

ARTIGO



AUTORES:

André Luiz Atroch¹

Firmino José do Nascimento Filho¹

Marcos Deon Vilela de Resende²

Ricardo Lopes¹

Charles Roland Clement³

¹ Embrapa Amazônia Ocidental, 69.011-970, Manaus, AM, Brasil

² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, 83.411-000, Colombo, PR, Brasil.

³ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Inpa, 69060-0001, Manaus, AM, Brasil.

Recebido: 15/10/2010

Aprovado: 12/03/2011

AUTOR CORRESPONDENTE:

André Luiz Atroch

E-mail:

andre.atroch@cpaa.embrapa.br

PALAVRAS-CHAVE:

Avaliação de progênies

Caracteres de crescimento

Melhoramento genético

Produção precoce

Variabilidade genética

KEY WORDS:

Genetic variability

Growth characters

Plant breeding

Precocious yield

Progeny evaluation

Predição de valores genéticos na fase juvenil de progênies de meios irmãos de guaranazeiro

Prediction of genetic values in the juvenile phase of half sibling progenies of guarana

RESUMO - Este trabalho teve como objetivo prever valores genéticos e estimar componentes de variância para caracteres de crescimento, incidência de doenças e precocidade da produção de progênies de meios irmãos de guaranazeiro, num experimento conduzido em Maués, Amazonas. Trinta e seis progênies foram avaliadas num delineamento experimental de blocos ao acaso, com duas repetições e seis plantas por parcela para os caracteres altura de planta e diâmetro do caule (cm), resistência à antracnose e ao superbrotamento (escala de 0 a 4), e produção de frutos (g/planta). Os componentes de variância, parâmetros e valores genéticos foram estimados pelo procedimento REML/BLUP. Todas as características avaliadas são muito influenciadas pelo ambiente. Os maiores ganhos genéticos para produção precoce são obtidos com a seleção de indivíduos, usando tanto a variação entre quanto dentro das progênies, combinadas por meio do BLUP. A média da primeira produção do melhor indivíduo foi de 7720 g/planta, que é cinco vezes maior do que a produtividade média estadual. Os maiores ganhos genéticos são das características altura de plantas, diâmetro do caule e produção precoce. A seleção para resistência à antracnose e ao superbrotamento será mais eficiente se realizada em nível de progênies e não entre os indivíduos dentro das progênies.

ABSTRACT – The aim of this study was to estimate the genetic parameters and the variance components of two growth characters, resistance to anthracnose and oversprouting disease and precocious yield among half sibling progenies of guarana in Maués, Amazonas, Brazil. Thirty-six progenies were evaluated in a randomized complete block design with two replications and six plants per plot for plant height and stem diameter (cm), resistance to anthracnose and sprouting (0 to 4 scale), and precocious yield (g/plant) in 24 month old plants. Genetic parameters were calculated using the Computerized Genetic Selection – SELEGEN-REML/BLUP program. All the characteristics are strongly influenced by the environment. High genetic gains for precocious yield (24.5%) are obtained by the selection of individuals using variation between and within progenies, combined with BLUP. The best individual precocious yield was 7720 g/plant, which is five times higher than the average yield. The greatest genetic improvements are plant height, stem diameter and precocious yield. Selection for disease resistance should be carried out at the level of the progeny, not between individuals within progenies.

1 Introdução

O guaranazeiro (*Paullinia cupana* Kunth var. *sorbilis* (Mart.) Ducke, Sapindaceae) é importante economicamente e socialmente, na Amazônia e no Estado da Bahia. O guaraná possui propriedades medicinais e estimulantes (SMITH; ATROCH, 2007; TFOUNI, 2007). O Brasil é o único produtor mundial de guaraná e atende ao mercado nacional (80%) e internacional (20%). Na segunda metade do século 20, a área de cultivo do guaranazeiro expandiu-se além de seu centro de origem na Amazônia central, com plantios comerciais nos estados do Amazonas, Acre, Pará, Rondônia, Roraima, Bahia e Mato Grosso (NASCIMENTO FILHO et al., 2001).

Nascimento Filho (2003) observou que clones mais precoces na formação da copa e com maior número de ramos produzem maiores quantidades de sementes nas primeiras colheitas, mas menores nas posteriores, possivelmente porque ocorre maior drenagem de fotoassimilados para o crescimento vegetativo em detrimento à produção de frutos, principalmente nas condições favoráveis de cultivo. A condição contrária também pode ser observada, o que torna de grande importância o estudo dos caracteres vegetativos e a precocidade da produção em guaranazeiro.

De acordo com Pereira et al. (2005a), a utilização da resistência através do melhoramento genético é o método mais viável, do ponto de vista econômico e socioambiental, para o controle de doenças de plantas. No guaranazeiro, a doença antracnose apresenta-se em surtos, principalmente em épocas chuvosas, e a utilização, pelos produtores, de material não selecionado, altamente suscetível à doença, é a causa principal da ocorrência desses surtos (PEREIRA et al., 2005b), independente da fase de desenvolvimento da cultura.

Devido ao longo prazo e altos custos de mão de obra e capital dos programas de melhoramento de culturas perenes, como o guaranazeiro, torna-se de grande importância o uso de procedimentos de seleção mais acurados e a seleção de caracteres, na fase juvenil, que tenham correlação com a produção. A seleção baseada em procedimentos biométricos inadequados pode conduzir ao confundimento entre efeitos genotípicos e ambientais, resultando em baixa eficiência da seleção. Nesta situação, o procedimento ótimo de seleção é o que envolve a estimação de componentes de variância pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML) e a predição dos valores genotípicos pela melhor

predição linear não viciada (BLUP), não confundindo os efeitos genotípicos e ambientais (RESENDE, 2002). Este procedimento vem sendo aplicado com alta eficiência no melhoramento de espécies florestais (RESENDE et al., 1996), fruteiras (RESENDE; DIAS, 2000; FARIAS NETO; RESENDE, 2001; PAIVA et al., 2001; 2002) e do guaranazeiro (ATROCH et al., 2004).

O método de modelos mistos ou BLUP individual (RESENDE et al., 1996; RESENDE; FERNANDES, 1999) introduziu modificações na estimação de componentes de variância e de parâmetros genéticos. Anteriormente, as covariâncias entre parentes eram estimadas e interpretadas em termos de suas esperanças matemáticas. Atualmente, os componentes de variância são estimados diretamente como as variâncias dos efeitos aleatórios do modelo linear misto. O procedimento BLUP ajusta os dados para os efeitos ambientais identificáveis (bloco, ano de medição, local de plantio etc.) e simultaneamente prediz os valores genéticos dos indivíduos (RESENDE, 2002).

O método da máxima verossimilhança restrita (REML) é um dos mais difundidos para a estimativa de parâmetros genéticos. Este método, em conjunto com a predição de valores genéticos por meio do BLUP, permite melhores avaliações na presença de dados desbalanceados (SEARLE et al., 1992), aspecto comum no melhoramento de espécies perenes como o guaranazeiro.

Este trabalho teve como objetivo prever valores genéticos e estimar componentes de variância para caracteres de crescimento, incidência de antracnose e superbrotamento, e produção inicial em progênies de meios irmãos de guaranazeiro utilizando a metodologia REML/BLUP.

2 Material e Métodos

O experimento foi implantado em abril de 2003 no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental em Maués, latitude de 3°23'56"S, longitude de 57°40'24"W e altitude de 18 m, Amazonas, num Latossolo Amarelo muito argiloso, de baixa fertilidade natural (EMBRAPA, 2006). O clima, conforme a classificação de Köppen, é do tipo Af, ou seja, clima tropical chuvoso, com temperatura média anual de 25,5 °C, média das máximas de 30,6 °C e média das mínimas de 21,3 °C, precipitação pluviométrica média anual de 2070 mm e umidade relativa do ar média de 90%. A adubação e os tratos culturais foram aplicados de acordo com a Embrapa (1998) (Tabela 1).

Tabela 1. Programa de adubação utilizado para o guaranazeiro (g/planta).

Época	Período	Ureia	Super-fosfato Triplo	Cloreto de Potássio	Sulfato de Magnésio	Bórax	Sulfato de Zinco
1º ano	No plantio	--	160	--	--	--	--
	3 meses após o plantio	40	--	--	--	--	--
	6 meses após o plantio	60	--	40	85	5	5
	9 meses após o plantio	60	--	40	85	5	5
2º ano	1ª aplicação (jan/fev)	60	160	--	70	5	5
	2ª aplicação (mar/abr)	60	--	80	70	--	--
	3ª aplicação (mai/jun)	60	--	80	70	5	5
3º ano	1ª aplicação (jan/fev)	80	200	--	--	--	--
	2ª aplicação (mar/abr)	70	--	100	80	5	5
	3ª aplicação (mai/jun)	80	--	150	80	5	5

*As quantidades e épocas a partir do 4º ano de cultivo são iguais às do 3º ano de cultivo.

Foram avaliadas 36 progênes de meios irmãos de guaranazeiro, em delineamento experimental de blocos ao acaso, com duas repetições e seis plantas por parcela, dispostas em duas fileiras de três plantas, no espaçamento de 5 x 5 m. A altura das plantas e o diâmetro do caule (cm), a resistência à antracnose e ao superbrotamento (escala de severidade de incidência de 0 a 4) (PEREIRA et al., 2005a), e a produção inicial de frutos por planta (g) foram avaliados aos 24 meses após o plantio. As notas das doenças antracnose e superbrotamento foram tomadas por três avaliadores, ou seja, são médias de três repetições, não havendo necessidade da transformação dos dados.

Foram estimados componentes de variância, parâmetros genéticos e valores genéticos, pelo procedimento REML/BLUP, utilizando o programa Seleção Genética Computadorizada – Selegen-REML/BLUP (RESENDE, 2007).

3 Resultados e Discussão

As variáveis de crescimento, altura de plantas e diâmetro do caule foram muito influenciadas pelo ambiente (Tabela 2). Os valores da herdabilidade em nível da média de progênes foram superiores aos da herdabilidade individual no sentido restrito, para ambas as características. O maior valor de herdabilidade da média de progênes foi verificado para o diâmetro do caule, seguida da altura das plantas. O maior valor de herdabilidade individual no sentido restrito foi verificado para o diâmetro do caule. A herdabilidade aditiva dentro de progênie foi maior na característica diâmetro do caule. A acurácia da seleção de progênes foi maior para o caráter diâ-

metro do caule. Os coeficientes de variação relativa (Tabela 2) indicam uma situação favorável à seleção para altura de plantas e diâmetro do caule.

Tabela 2. Componentes de variância, parâmetros genéticos e fenotípicos dos caracteres altura de plantas, diâmetro do caule, antracnose, superbrotamento e produção inicial, estimados em 36 progênes de meios irmãos de guaranazeiro aos 24 meses após o plantio, em Maués, Amazonas. Embrapa Amazônia Ocidental, 2009.

Componentes de Variância	Altura de plantas (cm)	Diâmetro do caule (cm)	Antracnose (0-4)	Superbrotamento (0-4)	Produção Inicial (g/planta)
Variância genética aditiva	1886,62	0,84	0,01	0,005	449697,24
Variância residual	2979,20	0,75	0,49	0,63	1127225,61
Variância fenotípica individual	4939,28	1,63	0,60	0,73	1585956,18
Herdabilidade individual no sentido restrito	0,38	0,52	0,023	0,007	0,28
Herdabilidade da média de progênes	0,54	0,61	0,039	0,012	0,47
Herdabilidade aditiva dentro de progênes	0,32	0,46	0,021	0,006	0,23
Acurácia da seleção de progênes	0,73	0,78	0,19	0,11	0,68
Coefficiente de variação genética aditiva individual	25,98	23,19	5,81	3,58	52,11
Coefficiente de variação genética entre progênes	12,99	11,59	2,91	1,79	26,05
Coefficiente de variação residual	16,98	12,98	20,49	22,63	39,10
Coefficiente de variação relativa	0,76	0,89	0,14	0,07	0,66
Média geral do experimento	167,17	3,97	2,05	2,01	1286,71

As doenças antracnose e superbrotamento foram muito influenciadas pelo ambiente e, em todos os níveis, os valores de herdabilidade foram baixos. Em relação aos coeficientes de variação genética aditiva individual, de variação entre progênes e de variação relativa, essas variáveis apresentaram valores baixos; em contrapartida o coeficiente de variação residual apresentou valores médios para ambas as características, e as baixas acurácias obtidas mostram uma grande distância entre os valores genéticos preditos e os valores genéticos verdadeiros, indicando situação desfavorável para a seleção, aos 24 meses após o plantio (Tabela 2).

A característica produção inicial foi muito influenciada pelo ambiente. Os valores para a herdabilidade individual no sentido restrito, da média de progênes e aditiva dentro de progênes foram considerados baixos. A acurácia da seleção de progênes foi de 0,68, ou seja, os valores genéticos preditos estão medianamente próximos dos verdadeiros valores genéticos da produção inicial. De acordo

com Resende (2002), os coeficientes de variação genética aditiva individual, de variação genética entre progênes e de variação residual são considerados altos, entretanto o coeficiente de variação relativa é médio (Tabela 2). Atroch e Nascimento Filho (2005) classificaram o coeficiente de variação experimental (residual) para o guaranazeiro em relação à variável produção e, de acordo com sua classificação, o coeficiente de variação residual de 39,1% para a produção inicial é considerado de média magnitude, o que sugere que a característica produção inicial não responde à seleção.

Acurácias acima de 90% são desejáveis para obter-se uma boa seleção para produção; a exceção é para caracteres de alta herdabilidade que admitem acurácias menores de 90% (RESENDE; DUARTE, 2007). Assim, a seleção inicial no guaranazeiro é indicada para a obtenção de plantas mais vigorosas e que, por consequência, adaptam-se melhor a ambientes desfavoráveis, não sendo propícia para identificar plantas resistentes a doenças e nem produtivas. Somente com mais anos de avaliação isso é possível. Em clones de guaranazeiro, Atroch et al. (2004) recomendam, no mínimo, 5 safras consecutivas para maximizar a acurácia seletiva e plantas oriundas de propagação sexual deveriam requerer mais tempo. Os indivíduos foram classificados pelo efeito genético aditivo predito (Tabela 3), sendo que, para as características altura de plantas, diâmetro do caule e produção inicial, a seleção é positiva, e para antracnose e superbrotamento a seleção é negativa. Neste caso, na escala de severidade das doenças, os menores valores indicam maior resistência. Assim, os baixos valores para antracnose e superbrotamento são desejados, pois indicam que a população apresenta alta resistência.

O caráter mais importante é a produção precoce, e o destaque foi o indivíduo 1-26-1, com uma produção de 7720 g/planta, com um efeito genético aditivo predito de 1894 g/planta (Tabela 3). Com a seleção dos 10 melhores indivíduos, a produção inicial da população, de 1286,71 g/planta (Tabela 2), aumentaria para 2244,46 g/planta (Tabela 3). Apesar de Nascimento Filho (2003) afirmar que a produção precoce não está correlacionada com a produção da planta adulta, porque poderia ocorrer drenagem de fotoassimilados com o crescimento vegetativo, em detrimento da produção de frutos nas colheitas posteriores, essas produções são cinco vezes maiores do que a produtividade estadual (1200 g/planta) e iguais à dos melhores clones de guaranazeiro recomendados pela Embrapa Amazônia Ocidental.

Tabela 3. Estimativas dos componentes de médias, por meio do procedimento BLUP, valor fenotípico individual, efeito genético aditivo predito, valor genético aditivo predito, tamanho efetivo populacional, efeito genético de dominância predito e efeito genotípico predito dos 10 melhores indivíduos do experimento em 36 progênes de meios irmãos de guaranazeiro, aos 24 meses após o plantio, em Maués, Amazonas. Embrapa Amazônia Ocidental, 2009.

ALTURA DE PLANTAS (cm)											
Blo-co	Pro-gê-nie	Plan-ta	Valor fenotípico	Efeito genético aditivo predito	Valor genético aditivo predito	Ganho	Nova Média	Tamanho efetivo populacional	Efeito genético de dominância predito	Efeito genotípico predito	
2	9	4	376,00	74,51	241,67	74,51	241,67	1,00	37,46	111,97	
1	13	4	330,00	70,12	237,29	72,31	239,48	2,00	34,48	104,61	
2	21	6	332,00	62,76	229,93	69,13	236,30	3,00	26,32	89,09	
2	7	3	320,00	62,59	229,76	67,49	234,67	4,00	23,03	85,62	
2	10	1	322,00	61,11	228,28	66,22	233,39	5,00	24,20	85,32	
1	10	1	287,00	59,72	226,88	65,13	232,31	5,49	23,27	82,99	
2	7	2	300,00	56,15	223,32	63,85	231,02	6,06	18,74	74,89	
1	8	5	298,00	55,72	222,89	62,84	230,00	7,05	27,65	83,37	
1	21	2	273,00	54,79	221,96	61,94	229,11	7,65	21,00	75,80	
1	9	5	282,00	53,63	220,80	61,11	228,28	8,28	23,54	77,17	
DIÂMETRO DO CAULE (mm)											
1	8	5	7,30	1,76	5,74	1,76	5,74	1,00	0,80	2,57	
1	27	5	7,10	1,69	5,67	1,73	5,70	2,00	0,78	2,48	
1	19	3	7,90	1,65	5,62	1,70	5,67	3,00	1,26	2,92	
2	27	6	6,70	1,51	5,48	1,66	5,62	3,49	0,66	2,17	
1	10	1	6,70	1,50	5,47	1,62	5,59	4,49	0,67	2,18	
1	7	3	6,60	1,46	5,43	1,59	5,56	5,49	0,62	2,08	
2	21	1	6,80	1,42	5,39	1,57	5,54	6,49	0,77	2,20	
2	7	2	6,40	1,39	5,37	1,55	5,52	7,05	0,57	1,97	
2	10	1	6,40	1,36	5,32	1,53	5,50	7,66	0,58	1,94	
2	20	4	6,40	1,32	5,29	1,51	5,48	8,64	0,62	1,95	
RESISTÊNCIA AO SUPERBROTAMENTO (0-4)											
1	7	5	1,00	-0,01	2,00	0,0002	2,01	85,99	-0,003	-0,0145	
1	7	3	1,00	-0,01	2,00	0,0003	2,01	85,91	-0,0037	-0,0145	
1	7	1	1,00	-0,01	2,00	0,0003	2,01	85,76	-0,0037	-0,0145	
1	30	5	1,00	-0,01	2,00	0,0004	2,01	85,52	-0,0032	-0,0141	
1	30	4	1,00	-0,01	2,00	0,0005	2,01	85,20	-0,0032	-0,0141	
1	30	3	1,00	-0,01	2,00	0,0005	2,01	84,79	-0,0032	-0,0141	
2	30	5	1,00	-0,01	2,00	0,0006	2,01	84,30	-0,0031	-0,0138	
2	26	3	1,00	-0,01	2,00	0,0006	2,01	83,73	-0,0034	-0,0139	
2	26	2	1,00	-0,01	2,00	0,0007	2,01	83,58	-0,0034	-0,0139	
1	26	6	1,00	-0,01	2,00	0,0007	2,01	83,34	-0,0031	-0,0132	
RESISTÊNCIA À ANTRACNOSE (0-4)											
1	30	4	1,00	-0,04	2,01	0,0005	2,05	97,46	-0,0126	-0,0534	
1	30	3	1,00	-0,04	2,01	0,0006	2,05	97,24	-0,0126	-0,0534	
2	30	5	1,00	-0,03	2,02	0,0008	2,05	96,96	-0,0085	-0,0430	
2	30	4	1,00	-0,03	2,02	0,0009	2,05	96,62	-0,0085	-0,0430	
2	30	2	1,00	-0,03	2,02	0,0010	2,05	96,22	-0,0085	-0,0430	
2	30	1	1,00	-0,03	2,02	0,0012	2,05	95,77	-0,0085	-0,0430	
2	33	4	1,00	-0,03	2,02	0,0013	2,05	95,25	-0,0130	-0,0469	
2	33	2	1,00	-0,03	2,02	0,0014	2,05	95,03	-0,0130	-0,0469	
1	21	5	1,00	-0,03	2,02	0,0015	2,05	94,75	-0,0128	-0,0450	
1	21	2	1,00	-0,03	2,02	0,0017	2,05	94,65	-0,0128	-0,0450	
PRODUÇÃO INICIAL (g /planta)											
1	26	1	7720,00	1894,34	3181,05	1894,34	3181,05	1,00	907,25	2801,59	
2	10	1	4890,00	1013,26	2299,97	1453,80	2740,51	2,00	503,87	1517,13	
2	4	5	4610,00	956,88	2243,58	1288,16	2574,87	3,00	456,51	1413,39	
1	10	1	4420,00	929,72	2216,43	1198,55	2485,26	3,49	448,18	1377,90	
2	4	4	4280,00	880,88	2167,58	1135,02	2421,72	4,11	405,85	1286,73	
2	13	5	4770,00	867,74	2154,44	1090,47	2377,18	5,08	509,78	1377,52	
2	26	3	3240,00	848,41	2135,12	1055,89	2342,59	5,72	209,96	1058,38	
2	22	4	4170,00	838,21	2124,92	1028,68	2315,39	6,68	395,84	1234,05	
2	26	2	2520,00	682,59	1969,30	990,23	2276,93	6,94	99,42	782,02	
2	10	3	3380,00	665,51	1952,22	957,75	2244,46	7,27	272,04	937,55	

Os maiores ganhos genéticos para a produção precoce (24,5%) são obtidos com a seleção de indivíduos, usando tanto a variação entre, quanto dentro das progênies, combinadas por meio do BLUP (Tabela 4).

Tabela 4. Seleção dos 10 melhores progênies de guaranazeiro para resistência à antracnose e ao superbrotamento e para precocidade de produção inicial, estimados num experimento de 36 progênies de meios irmãos de guaranazeiro, aos 24 meses após o plantio no campo, em Maués, Amazonas. Embrapa Amazônia Ocidental, 2009.

Resistência à Antracnose¹ (0-4)			
Progênie	Efeito genético aditivo predito	Ganho	Nova Média
36 ^{1,2}	-0,0103	0,0000	1,5924
30 ^{1,2}	-0,0074	0,0003	1,5927
25	-0,0072	0,0005	1,5929
18	-0,0070	0,0008	1,5932
21 ^{1,2}	-0,0069	0,0010	1,5934
34 ^{1,2}	-0,0068	0,0012	1,5937
33 ^{1,2}	-0,0061	0,0015	1,5939
28 ^{1,2}	-0,0058	0,0018	1,5942
8	-0,0058	0,0021	1,5945
16	-0,0054	0,0023	1,5948
Resistência ao Superbrotamento² (0-4)			
Progênie	Efeito genético aditivo predito	Ganho	Nova Média
33	-0,0107	0,0000	1,6709
3	-0,0092	0,0003	1,6712
30	-0,0082	0,0006	1,6715
21	-0,0076	0,0009	1,6717
34	-0,0073	0,0011	1,6720
28	-0,0065	0,0014	1,6723
7	-0,0065	0,0016	1,6725
36	-0,0062	0,0019	1,6728
1	-0,0062	0,0022	1,6731
4	-0,0051	0,0025	1,6734
Primeira Produção (g de frutos/planta)			
Progênie	Efeito genético aditivo predito	Ganho	Nova Média
26	1066,63	1066,63	2353,64
4	544,22	805,58	2092,28
10	514,91	708,69	1995,39
22	488,90	653,74	1940,45
32	316,75	586,34	1873,05
6	292,12	537,31	1824,01
15	273,48	499,62	1786,32
24	217,92	464,41	1751,11
23	210,87	436,24	1722,94
13	206,12	413,22	1699,93

1,2- Progênies selecionadas quanto à resistência a ambas as doenças.

Em relação às características altura das plantas e diâmetro do caule, os indivíduos 2-9-4 e 1-8-5, respectivamente, foram os que apresentaram maiores efeitos genéticos aditivos preditos (Tabela 3). A seleção para altura de plantas e diâmetro do caule pode ser realizada em nível de indivíduos e em nível de progênies, devido à alta herdabilidade aditiva dentro de progênies, herdabilidade individual no

sentido restrito e alta herdabilidade da média de progênies (Tabela 2). No entanto, a seleção para plantas grandes não é recomendável, devido a problemas de autossombreamento, tombamento e dificuldades na colheita, mesmo que seja a forma mais fácil para obter maior produtividade (DONALD, 1962).

Por outro lado, os resultados dos efeitos genéticos aditivos preditos para a resistência às doenças antracnose e superbrotamento foram baixos (Tabela 4), indicando que a seleção não será eficiente para essas características, pois praticamente não haverá ganho genético.

A seleção de progênies pelos efeitos genéticos aditivos preditos para antracnose e superbrotamento identificou seis progênies (36, 30, 21, 34, 33 e 28) que apresentaram resistência a ambas as doenças, aos 24 meses após o plantio (Tabela 4). Para antracnose, os maiores ganhos genéticos são obtidos com a seleção das progênies 36 e 30, que diminuem a média da população para 1,59. No caso do superbrotamento, os maiores ganhos são obtidos com a seleção das progênies 33 e 3, que diminuem a média da população para 1,67, porém a progênie 3 não apresentou ganho para antracnose. Nenhuma das progênies que proporcionam ganhos simultâneos para antracnose e superbrotamento está entre as dez progênies selecionadas com base na produção precoce de frutos, destacando-se a progênie 26, a qual apresentou maior efeito genético aditivo predito, aumentando a média da população para 2353 g/planta (Tabela 4).

4 Conclusões

Os maiores ganhos genéticos para produção precoce são obtidos com a seleção de indivíduos usando tanto a variação entre, quanto dentro das progênies, combinadas por meio do BLUP.

Os maiores ganhos genéticos são das características altura das plantas, diâmetro do caule e produção precoce.

A seleção para resistência à antracnose e ao superbrotamento será mais eficiente se realizada em nível de progênies e não entre os indivíduos dentro das progênies.

Referências

ATROCH, A.L.; RESENDE, M.D.V.; NASCIMENTO FILHO, F.J. Seleção clonal em guaranazeiro via metodologia de modelos lineares mistos (REML/

- BLUP). *Revista de Ciências Agrárias*, Belém, n.41, p.193-201, 2004.
- ATROCH, A.L.; NASCIMENTO FILHO, F.J. do. Classificação do coeficiente de variação na cultura do guaranazeiro. *Revista de Ciências Agrárias*, Belém, n.43, p.43-48, 2005.
- DONALD, C.M. In search of yield. *Australian Journal of Agricultural Sciences*, Sidney, n.10, p.171-178, 1962.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental. *Sistema de produção para guaraná*. 3ª ed. Manaus, 1998. 34p. (Embrapa-CPAA. Documentos, 13).
- FARIAS NETO, J.T.; RESENDE, M.D.V. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de componentes de variância e predição de valores genéticos em pupunheira (*Bactris gasipaes* K.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.23, n.2, p.320-324, 2001.
- NASCIMENTO FILHO, F.J. *Coeficientes de caminhamento entre caracteres da parte aérea e do sistema radicular em guaraná ("Paullinia cupana var. sorbilis")*. 1988. 101f. (Dissertação – Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas). Piracicaba: ESalq, 1988.
- _____. *Interação genótipos x ambientes, adaptabilidade, estabilidade e repetibilidade em clones de guaraná (Paullinia cupana var. sorbilis (Mart.) Ducke)*. 2003. 199f. (Tese – Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- NASCIMENTO FILHO, F.J.; GARCIA, T.B.; SOUSA, N.R.; ATROCH, A.L. Recursos genéticos de guaraná. In: SOUSA, N.R. de; SOUSA, A. das G. C. de (Orgs.). *Recursos fitogenéticos na Amazônia Ocidental*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. v.1, p.128-141.
- PAIVA, J.R.; RESENDE, M.D.V.; CORDEIRO, E.R. Avaliação do número de colheitas na produção de progênies de acerola, repetibilidade e herdabilidade de caracteres. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.23, n.1, p.102-107, 2001.
- _____. Índice multi-efeitos (BLUP) e estimativas de parâmetros genéticos aplicados ao melhoramento da acerola. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.37, n.6, p.799 – 807, 2002.
- PEREIRA, J.C.R.; ARAÚJO, J.C.A.; NASCIMENTO FILHO, F.J.; ATROCH, A.L.; GASPAROTTO, L.; ARRUDA, M.R.; SANTOS, L.P. Avaliação da estabilidade fenotípica e da previsibilidade da resistência em clones de guaranazeiro a *Colletotrichum guaranicola*. In: PEREIRA, J.C.R.; ARRUDA, M.R. de (Eds.). *Pesquisa com guaranazeiro na EMBRAPA Amazônia Ocidental: status atual e perspectivas*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2005a. p.62-67.
- _____. Avaliação da resistência à antracnose em clones de guaranazeiro. In: PEREIRA, J. C. R.; ARRUDA, M. R. de (Eds.). *Pesquisa com guaranazeiro na EMBRAPA Amazônia Ocidental: status atual e perspectivas*. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2005b. p.75-79.
- RESENDE, M.D.V. *Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975p.
- _____. *Seleção-Reml/Blup: Sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos*. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 361p.
- RESENDE, M.D.V.; PRATES, D.F.; JESUS, A.; YAMADA, C.K. Estimação de componentes de variância e predição de valores genéticos pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML) e melhor predição linear não viciada (BLUP) em *Pinus*. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n.32/33, p.18-45, jan./dez. 1996.
- RESENDE, M.D.V.; FERNANDES, J.S.C. Procedimento BLUP individual para delineamentos experimentais aplicados ao melhoramento florestal. *Revista de Matemática e Estatística*, São Paulo, v.17, p.89-107, 1999.
- RESENDE, M.D.V.; DIAS, L.A.S. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de parâmetros genéticos e predição de valores genéticos em espécies frutíferas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.22, n.1, p.44 – 52, 2000.
- RESENDE, M.D.V.; BARBOSA, M.H.P. Selection via simulated individual BLUP based on family genotypic effects in sugarcane. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.41, n.3, p.421-429, 2006.
- RESENDE, M.D.V.; DUARTE, J.B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v.37, n.3, p.182-194, 2007.

SEARLE, S.R.; CASELLA, G.; McCULLOCH, C.E. *Variance components*. New York: J. Wiley, 1992. 528p.

SMITH, N.; ATROCH, A.L. Guarana's journey from regional tonic to aphrodisiac and global energy drink. *Evidence-based complementary and alternative medicine*, Oxford, 2007. n.5. eCAM, doi:10.1093/ecam/nem162.

SOUSA, N. R. *Variabilidade genética e estimativas de parâmetros genéticos em germoplasma de guaranazeiro*. 2003. 99f. (Tese – Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas). Lavras: Ufla, 2003.

TFOUNI, S.A.V.; CAMARGO, M.C.R.; VITORINO, S.H.P.; MENEGÁRIO, T.F.; TOLEDO, M.C.F. Contribuição do guaraná em pó (*Paullinia cupana*) como fonte de cafeína na dieta. *Revista de Nutrição*, Campinas, v.20, n.1, p.63-68, 2007.